

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003年10月2日 (02.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/080273 A1

(51) 国際特許分類: B22D 11/06, 11/00, 11/12, 11/18

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/03891

(22) 国際出願日: 2003年3月27日 (27.03.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2002-87702 2002年3月27日 (27.03.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宮崎 雅文 (MIYAZAKI, Masafumi) [JP/JP]; 〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本

部内 Chiba (JP). 井上 周一 (INOUE, Shuichi) [JP/JP]; 〒743-8510 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社 光製鐵所内 Yamaguchi (JP). 西村 敏和 (NISHIMURA, Toshikazu) [JP/JP]; 〒743-8510 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社 光製鐵所内 Yamaguchi (JP). 井上 裕滋 (INOUE, Hiroshige) [JP/JP]; 〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内 Chiba (JP).

(74) 代理人: 石田 敬, 外 (ISHIDA, Takashi et al.); 〒105-8423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

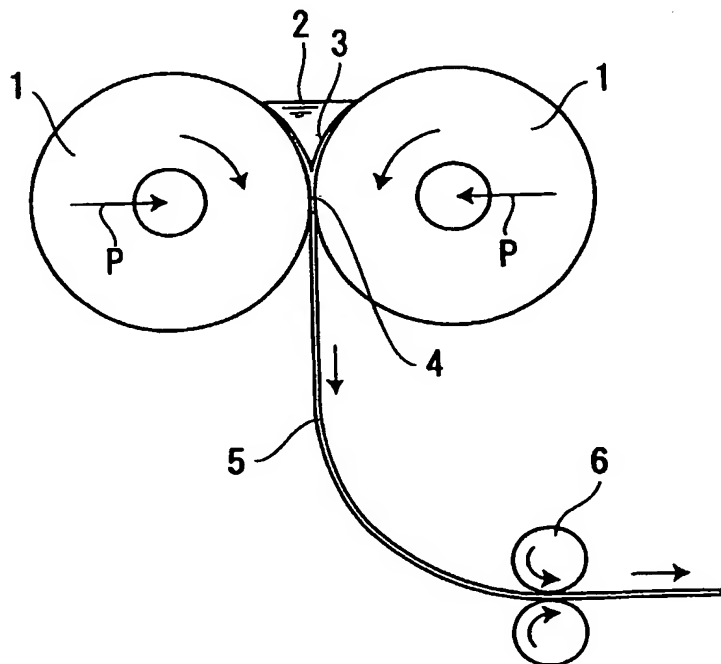
— 国際調査報告書

— 補正書・説明書

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF MANUFACTURING AUSTENITIC STAINLESS STEEL SHEET CAST PIECE

(54) 発明の名称: オーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法



(57) Abstract: A method of manufacturing, by casting, an austenitic stainless steel sheet cast piece by continuous casting equipment having mold walls moving in synchronism with the cast piece capable of preventing punctate and staggered marbling uneven brightness found on a steel sheet after cold drawing and cold working, characterized in that a pressing force (P) of the surface of the mold walls against the cast piece is more than 1.0 t/m to less than 2.5 t/m, desirably more than 1.1 to 1.6 t/m or less. The continuous casting equipment of a double drum type, wherein a relation between a drum radius R (m) and the pressing force P (t/m) of the surfaces of the mold walls is $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.0$, desirably $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$, the height of a molten steel pool formed between the mold walls is 200 to 450 mm, and an in-line rolling is applied to the cast piece between the mold process and a winding process.

[続葉有]



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、冷延及び冷間加工後の鋼板に見られる斑点状、千鳥配置の霜降り状光沢むらを防止する製造方法を提供するもので、鋳型壁面の鋳片に対する押し付け力Pを 1.0 t/m 超かつ 2.5 t/m 未満、好ましくは 1.1 t/m 超かつ 1.6 t/m 以下とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径R (m) と鋳型壁面の押し付け力P (t/m) との関係が、 $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.0$ 、好ましくは $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$ である。鋳型壁の間に形成された溶鋼プールのプール高さを200mm以上450mm以下とする。鋳型から巻き取りに至る間にインライン圧延を施す。

明 細 書

オーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鑄片の製造方法

技術分野

本発明は、双ドラム式に代表される、鑄型壁が鑄片と同期して移動する連続鑄造装置によって、オーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鑄片を鑄造する方法ならびにこの方法により得られた鑄片に関するものである。

背景技術

同期式連続鑄造プロセスとは、例えば「鉄と鋼」'85-A197～A256に特集された論文に紹介されているような、双ドラム法（双ロール法ともいう）、双ベルト法、単ロール法等、鑄片と鑄型内壁面の間に相対速度差のない同期式連続鑄造プロセスである。これら同期式連続鑄造プロセスの一つである双ドラム式連続鑄造法は、平行または傾斜配置した一対の同径あるいは異径冷却ドラムと、その両端面をシールするサイド堰とによって構成された連続鑄造鑄型内に溶鋼を注入し、両冷却ドラムの円周面上にそれぞれ凝固殻を生成させ、回転する両冷却ドラムの最接近位置（所謂「キッシングポイント」）付近で凝固殻同士を合体させて、一体の薄帯状鑄片とする連続鑄造法である。

双ドラム式連続鑄造法等により鑄造した薄帯状鑄片を熱間圧延を経ずに冷間圧延した製品には、冷間成形加工を施した際に（特に、絞りや張出し加工）、圧延方向に沿った表面欠陥（冷間圧延製品の表面に発生するものは光沢むらであり、成形加工製品の表面に発生するものは肌荒れであり、以下これらを総して表面欠陥と称する。

）が発生する場合があることが知られている。この表面欠陥は、従来より知られている冷延製品板の結晶粒径に依存したオレンジピール現象とは異なり、平均的なサイズとして、（１）長さ数mm以下、幅0.5mm以下の小さなうねり状表面欠陥、あるいは（２）長さ数百mm以下、幅3mm以下の大きな流れ模様状表面欠陥が、それぞれ単独にあるいは混在して発生する。特に、BA製品（光輝焼鈍製品）の張出し成形時にこの表面欠陥が認められ易く、成形品の美観を損ねる場合がある。

（１）長さ数mm以下、幅0.5mm以下の小さなうねり状表面欠陥については、オーステナイト相中に δ フェライトが残留する鋼種において、鋳片の温度履歴のバラツキによって δ フェライトの残留量が異なり、その結果鋳片表面に生じた組織むらが原因して生じるものである。鋼板表裏における表面欠陥発生位置は対応していない。特公平5-23861号公報には、冷却ドラム表面のディンプル間隔を調整して薄板製品の表面欠陥を防止する技術が提案され、また、特開平5-293601号公報には、鋳型から出た鋳片の冷却を高温域で遅くすることにより鋳片表層の δ フェライトを消失させる技術等が提案されている。さらに特開2000-219919号公報には、薄帯状鋳片を鋳造した後、ショットブラストによって鋳片表面近傍に歪みを与え、次いで焼鈍を行う方法が開示されている。鋳片の表面に歪みを与えた後に焼鈍するので、表面部の再結晶が進み、かつ再結晶粒の大きさが均一となり、表面光沢の均一化に有効に働くとしている。

（２）長さ数百mm以下、幅3mm以下の大きな流れ模様状表面欠陥については、鋳片の最終凝固部すなわち製品板の板厚中心部に残存するNi偏析（正偏析及び負偏析）が偏在するために、局所的に変形抵抗が異なることに起因して発生するものである。鋼板表裏において同一場所に表面欠陥が発生する特徴がある。特開平7-268556号公

報においては、連続鑄造時における溶鋼の過熱度 ΔT を 50°C 以下にして鑄造を行うことにより、最終凝固部での溶鋼流動を起こりにくくして、強いNi偏析を緩和する発明が開示されている。

特許第 2851252号公報によると、上記大きな流れ模様状表面欠陥の原因となるNi偏析は、最終凝固に近い状態で、固相率が 1.0未満の状態の半凝固溶湯が、何らかの駆動力によって板幅方向ないし鑄造方向に移動することによって発生するとしている。溶湯移動の駆動力となるのは、鑄型壁面の凝固シェルを貼り合わせて鑄片を形成する際の鑄型の押し付け力 P である。そして、押し付け力 P を溶鋼過熱度 ΔT との関数で定め、概ね、押し付け力 P を 5 t/m 以下の値とすることにより、具体的には $P = 2.5\text{ t/m}$ において、溶湯移動起因のNi偏析を軽減し、表面欠陥を改善している。

発明が解決しようとする課題

以上に述べた各種対策により、薄帯状鑄片を冷間圧延した製品をさらに冷間成形加工を施した際に発生する表面欠陥は大幅に改善された。一方、従来知られていた表面欠陥とは別種の、より軽微な表面欠陥が発生することが見出された。新たに見出された表面欠陥は、従来と同じく冷延鋼板の段階で光沢むらとして認識される場合があるが、従来より遥かに微細で軽微である。あるいは、さらに一層その程度が軽微であると、冷延鋼板の段階あるいは通常の冷間成形加工の後には光沢むらとして認識されないが、深絞りや張出しなどの冷間成形加工を過大に施した後に微かな肌荒れとして見出され、用途によっては問題となる場合もある。いずれにせよ、従来知られていた表面欠陥よりは軽微であるが、冷延鋼板の使用先において、例えば加工後のバフ研磨を省略するような用途においては、新たに見出された表面欠陥も解消する必要がある。

従来の、長さ数百mm以下、幅3mm以下の大きな流れ模様状表面欠陥は、鋼板表裏において同一場所に発生し、凹凸の配置は筋状もしくは線状であり、凹凸の高さは1～3 μ m程度である。表面欠陥発生位置の板厚中心部にはNi偏析部が存在し、正偏析と負偏析がバンド状に存在している。それに対し、新たに見出された表面欠陥は、鋼板表裏において同一場所に発生することは従来のものと同様であるが、凹凸の配置は斑点状の散発的な千鳥配置であり、凹凸の長さは数十mm、凹凸の高さは0.1 μ mから1 μ m程度である。その形状から、ここではこの新たに見出された表面欠陥を、冷延鋼板段階での欠陥名称として「霜降り状光沢むら」とよぶ。霜降り状光沢むら発生位置の板厚中心部には、Ni負偏析部が単独で存在し、隣接する近傍に正偏析が存在しない。この点で正偏析と負偏析がともに存在する従来の肌荒れと相違している。

発明の開示

本発明は、鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、冷延及び冷間加工後の鋼板に見られる斑点状、千鳥配置の霜降り状光沢むらを防止する製造方法を提供することを目的とする。

即ち、本発明の要旨とするところは以下のとおりである。

(1) 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、鋳型壁面の鋳片に対する押し付け力Pを1.0t/m超かつ2.5t/m未満とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(2) 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、

鋳型壁面の鋳片に対する押し付け力 P を 1.1 t/m 超かつ 1.6 t/m 以下とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(3) 連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径 R (m) と鋳型壁面の押し付け力 P (t/m) との関係が、 $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.0$ であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(4) 連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径 R (m) と鋳型壁面の押し付け力 P (t/m) との関係が、 $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$ であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(5) 鋳型壁の間に形成された溶鋼プールのプール高さを 200 mm 以上 450 mm 以下とすることを特徴とする上記 (1) 乃至 (4) のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(6) 移動する鋳型壁が溶鋼と接してから両側の凝固シェルを合体させるまでの凝固時間が、 0.4 秒以上 1.0 秒以下であることを特徴とする上記 (1) 乃至 (5) のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(7) 鋳型から巻き取りに至る間にインライン圧延を施すことを特徴とする (1) 乃至 (6) のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(8) (1) ~ (7) の何れかの方法により製造された帯状鋳片であって、鋼中の Ni 全平均値に対する Ni 負偏析部での Ni 量の比で表される Ni 負偏析度が $0.90 \sim 0.97$ であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片。

図面の簡単な説明

図 1 は、双ドラム式連続鑄造機を用いた鑄造状況を示す概略図である。

図 2 は、双ドラム式連続鑄造機を用いた鑄造状況を示す概略図である。

図 3 は、ドラムの押し付け力に対する Ni 負偏析度、霜降り状光沢むら発生有無、ポロシティ面積率の関係を示す図である。

図 4 は、ドラム半径 R 、押し付け力 P と霜降り状光沢むら発生有無の関係を示す図である。

図 5 (a) は冷延・焼鈍後の鋼板における霜降り状光沢むらの発生状況を示す斜視断面図、図 5 (b) は冷間加工後の鋼板における霜降り状光沢むらの発生状況を示す斜視断面図である。

発明を実施するための最良の形態

従来の、長さ数百 mm 以下、幅 3 mm 以下の大きな流れ模様状肌荒れの発生メカニズムは、上述の通り、最終凝固に近い状態で、固相率が 1.0 未満の状態の半凝固溶湯が、何らかの駆動力によって板幅方向ないしは鑄造方向に移動することによって Ni 偏析が発生し、この Ni 偏析が肌荒れ（光沢むら）となる。Ni 偏析部に Ni 正偏析と Ni 負偏析が隣接して存在し、しかも両者のマスバランスがとれていることからこのような推論を行うことができる。

一方、本発明が課題とする霜降り状光沢むらについては、個々の欠陥の大きさが図 5 に示すように、鑄片換算において鑄造方向 20 の長さが数十 mm、幅が数 mm 程度のものであり、鑄片 5 の各部において鑄造方向に数百 mm、幅方向に数十 mm 程度、互いに離間して散発的ランダムに千鳥状に発生するものである。この光沢むら 13 は鑄片の表裏同一箇所に発生し、光沢むら発生部位に対応してその部位の板厚

中心部における等軸晶部11にはNi負偏析部12は存在する。Ni負偏析度（Ni全平均値に対するNi負偏析部でのNi量の比）はおよそ 0.9以下である。冷間圧延後の焼鈍を行うと、図5（a）に示すように、光沢むら13発生部位は周囲に比較して板厚が $0.1\mu\text{m}$ 程度薄くなる現象が見られる。これは、冷間圧延により発生する加工誘起マルテンサイト量がNi負偏析部12において周辺より多量となり、焼鈍後の堆積収縮がより大きくなって凹みが発生するからである。さらに貼り出し、絞り成形加工などの冷間成形加工を行うと、図5（b）に示すように、光沢むら13発生部位は周囲に比較して板厚が $1\mu\text{m}$ 程度厚くなる現象が見られる。これは前述のマルテンサイト量の不均一により、成形加工時の塑性変形が不均一となるためである。その結果として、Ni負偏析部に対応して加工後の鋼板表面に霜降り状の光沢むらが発生する。

以上の機構において、焼鈍後の堆積収縮よりも成形加工時の塑性変形の不均一のほうが強く作用するため、凹凸の高さは後者のほうがより顕著になる。よって、Ni負偏析の程度に応じて、前者の段階では無害であったものが後者では有害となる場合、すなわち冷間圧延、焼鈍後の鋼板状態で健全であっても冷間成形加工後に肌荒れが発生する場合もある。

従来の、長さ数百mm以下、幅3mm以下の大きな流れ模様状表面欠陥が問題になっていたような状況においては、表面欠陥の原因となるNi偏析（正偏析及び負偏析）を評価する上で、偏析部において例えば厚み方向に $25\mu\text{m}$ 、幅方向に $500\mu\text{m}$ 程度の範囲のNi量を評価することにより、偏析の改善効果を評価することが可能であった。特許 2851252号公報に開示の通りである。一方、本発明が対象としている霜降り状光沢むらは、極めて軽微かつ散発的に発生する性質を有しているので、従来のような偏析評価では良否を評価すること

ができない。なぜならば、従来はNi偏析部の大きさが大きいため、任意に断面内に比較的均一なNi負偏析分布が存在していたので、比較的小さい範囲を評価するだけで良かった。一方、本発明が課題とする霜降り状光沢むらについてはNi負偏析部が小さくかつ散発的に発生するため、従来より広い範囲、例えば幅方向に数mm程度の範囲にわたってNi量を仔細に評価する必要がある。

霜降り状光沢むらの上記のような性質に基づいて、板厚中心部のNi負偏析部発生メカニズムは以下のように推定することができる。

メニスカス直下において、鑄型壁と接触した溶鋼が最初に凝固する際においては、液相中にはNiをはじめとする溶鋼成分の濃化がまだ起こっていないので、最初の凝固組織における各成分の濃度は、個々の成分の分配係数に基づいて基本的に負偏析となる。最初の凝固組織は、鑄型壁によって直接冷却されるために凝固速度が速く、そのためチル晶と呼ばれる組織を形成する。凝固が進行すると固液界面の液相側の成分が濃化し、固相側の成分は当初の溶鋼成分と等しい濃度となる。凝固組織もチル晶から柱状晶に変化する。

上記のようにメニスカス直下で生成したNi負偏析のチル晶は、固液界面の組成的過冷却の作用に基づき、生成直後に凝固シェルから遊離して遊離チル晶となりやすいことが知られている。遊離したチル晶は、固液界面の液相側における過冷却帯もしくはマッシーゾーンに浮遊し、鑄型壁に沿って形成された凝固シェルとともに移動し、左右の凝固シェルが接触し合体するキッシングポイントに到達する。キッシングポイント真上において、Ni負偏析のチル晶を核とした等軸晶領域（固液共存領域）が形成される。

キッシングポイントの上下間で物質バランスが平衡していれば、キッシングポイント真上の板厚中心部に到着したNi負偏析の遊離チル晶は、等軸晶とともに凝固シェルに伴って板厚中心部に送り込ま

れ、その結果板厚中心部には幅方向および長さ方向に均一に負偏析領域が形成されることとなる。一方、キッシングポイントの上下間の物質バランス平衡がくずれ、固液共存の等軸晶領域が板厚中心部に十分に送り込まれない状況が発生すると、キッシングポイント直上にNi負偏析チル晶を含む物質が集積することとなる。この集積物質が何らかの起因によって不定期に凝固シェルに取り込まれると、当該取り込まれた部位の板厚中心部は、周囲に比較してNi負偏析領域を形成することとなる。凝固シェルへの不定期な物質取り込みが、鋳片の幅方向および長さ方向にランダムに発生する結果として、板厚中心部のNi負偏析部はまさに霜降り状に存在することとなり、このNi負偏析部が原因となって霜降り状光沢むらが発生するものと考えられる。

本発明においては、キッシングポイント上下間の物質バランス平衡は、キッシングポイントにおける鋳型壁面の押し付け力の影響によって定まり、従来用いられていた押し付け力の領域では、キッシングポイント直上にNi負偏析チル晶を含む物質が集積しやすいことを明らかにした。そして、従来用いられていた押し付け力よりも低い押し付け力領域に適正押し付け力領域が存在し、この適正領域の押し付け力を用いて鋳造を行うことにより、Ni負偏析チル晶を含む物質の集積は起こりにくくなり、結果として霜降り状に存在していた板厚中心部のNi負偏析部発生がなくなり、霜降り状光沢むら発生を解消することができた。

鋳型壁面の押し付け力 P が 2.5 t/m ではまだ霜降り状光沢むらが発生するが、押し付け力 P を 2.5 t/m 未満とすることによって霜降り状光沢むら発生を低減することが可能である。押し付け力を低下するほど改善効果は顕著となり、押し付け力 1.6 t/m 以下において非常に良好な結果を得ることができる。ここで、押し付け力

P (t/m) とは、鑄型壁面全体の押し付け力 (t) を鑄型幅 (m) で割ったものであり、鑄型単位幅あたりの押し付け力を意味する。双ドラム式連続鑄造機の場合、ドラム幅が鑄型幅を意味する。

一方、鑄型壁面の押し付け力が小さすぎると、鑄片板厚中心部にセンターポロシティーが発生する。押し付け力 P が $1.0 t/m$ ではセンターポロシティーが発生するが、押し付け力 P を $1.0 t/m$ 超とすることにより、センターポロシティー発生が少ない鑄片を鑄造することが可能になる。押し付け力 P は $1.1 t/m$ 超であればより好ましい。押し付け力 P は $1.2 t/m$ 超であればさらに好ましい。

連続鑄造装置が双ドラム式連続鑄造装置である場合においては、鑄型壁面の押し付け力 P は、ドラム半径 R に応じて定めることとすると、より好ましい結果を得ることができる。具体的には、ドラム半径 R (m) と鑄型壁面の押し付け力 P (t/m) との関係を、(\sqrt{R}) $\cdot P$ の範囲として規定すると良い。

上述の通り、押し付け力が大きすぎると板厚中心部のNi負偏析が発生する。ここにおいて、ドラム半径が大きくなるに従って、キッシングポイント近傍の溶鋼プール領域が上狭まりに深くなって、Ni負偏析のチル晶を核とした等軸晶がたまりやすくなるので、霜降り状光沢むら発生限界となる押し付け力適正領域上限の値が低い方にシフトする。逆に、ドラム半径が小さくなるに従ってキッシングポイント近傍の溶鋼プール領域が上広がりになくなり、Ni負偏析のチル晶を核とした等軸晶がたまりにくくなるので、霜降り状光沢むら発生限界となる押し付け力適正領域上限の値が高い方にシフトする。

また、押し付け力が小さすぎるとセンターポロシティーなどの鑄造異常の問題が発生する。ドラム半径が小さくなるほどドラム間の湯溜まりが浅くなって湯面変動がより大きくなり、板幅方向にわた

る凝固シェル厚の偏差が大きくなる。よってドラム幅方向の反力偏差が拡大するため、鑄造が不安定となる方向に変化し、鑄造異常の発生限界となる押し付け力適正領域下限の値が高い方にシフトする。逆に、ドラム半径が大きくなるほど、ドラム幅方向の反力偏差が減少して鑄造安定性が増大するので、鑄造異常の発生限界となる押し付け力適正領域下限の値が低い方にシフトする。

ドラム半径の影響は上述の通りであるが、本発明者がドラム半径 R (m) と押し付け力 P (t/m) を適宜変更して鋭意検討した結果、霜降り状光沢むらの発生限界となるドラム半径と押し付け力の適正領域が $\sqrt{R} \cdot P$ によって整理できることが判明した。すなわち結果として、上述の通り、ドラム半径 R (m) と鑄型壁面の押し付け力 P (t/m) との関係を、 $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.0$ 、より好ましくは $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$ とする領域において良好な結果を得ることができる。

例えば双ドラム式連続鑄造装置の場合、図 2 に示すように、1 対のドラム 1 とその両端面をシールするサイド堰とで囲まれる空間に溶鋼プール 2 を形成する。霜降り状光沢むらの発生が少ない鑄片を製造するためには、この溶鋼プール 2 のプール高さ H に好適範囲が存在する。プール高さ H とは、図 2 に示すようにキッシングポイント 4 から溶鋼表面 7 までの距離をいう。プール高さが 200mm 未満であると、メニスカス部 8 で発生したチル晶が成長する時間は短いものの、生成したチル晶のほとんどが直接キッシングポイント 4 に集積するので、霜降り状光沢むらが発生しやすくなる。逆に、プール高さ H が 450mm を超えると、メニスカス部 8 で発生したチル晶の大部分は溶鋼プール中に拡散して再溶解するものの、一部生き残ったチル晶にとっては十分な成長時間があるので肥大し、キッシングポイント 4 への集積量が増大するので、霜降り状光沢むらが発生しや

すくなる。従って、溶鋼プール高さ H を 200mm 以上 450mm 以下とすると好ましい結果を得ることができる。

溶鋼プール 2 の形状と鑄型壁の移動速度とから、移動する鑄型壁がメニスカス部 8 で溶鋼と接してからキッシングポイント 4 で両側の凝固シェル 3 を合体させるまでの凝固時間 t が定まる。霜降り状光沢むらの発生が少ない鑄片を製造するためには、この凝固時間 t に好適範囲が存在する。凝固時間 t が 0.4 秒未満であると、メニスカス部で発生したチル晶が成長する時間は短いものの、生成したチル晶のほとんどが直接キッシングポイント 4 に集積するので、霜降り状光沢むらが発生しやすくなる。逆に、凝固時間 t が 1.0 秒を超えると、メニスカス部 8 で発生したチル晶の大部分は溶鋼プール中に拡散して再溶解するものの、一部生き残ったチル晶にとっては十分な成長時間があるので肥大し、キッシングポイント 4 への集積量が増大するので、霜降り状光沢むらが発生しやすくなる。従って、移動する鑄型壁が溶鋼と接してから両側の凝固シェルを合体させるまでの凝固時間 t を 0.4 秒以上 1.0 秒以下とすると好ましい結果を得ることができる。

以上説明したように、霜降り状光沢むらの発生を抑えるためには、鑄型壁面の押し付け力 P を低くするほど好ましい一方、押し付け力が低くなるほどセンターポロシティなどの鑄造異常が発生しやすくなる。本発明においては、鑄型から巻き取りに至る間にインライン圧延を施すことによってセンターポロシティを圧着して無害化することにより、安定して低い押し付け力での鑄造を実施することが可能になる。鑄造する鋼の組成あるいはドラムなど鑄造装置の仕様によって様々であるが、鑄片が充分高温な状態においてセンターポロシティの圧着に足る圧延を行えばセンターポロシティを無害化できる。具体的には概ね、図 1 に示すように、ドラム 1 以降の鑄片温

度が1000℃以上においてインライン圧延機6を配置し、板厚比率で10%以上減厚させる圧延を施すことが好ましい。この場合、センターポロシティを圧着できればよく、圧延温度以外にはとりたてて圧延条件を問わない。押し付け力の低い場合にはセンターポロシティが発生し易くなるが、この場合にインライン圧延が無いとセンターポロシティが残存するが、インライン圧延を行えばセンターポロシティを圧着して完全に無害化することができる。押し付け力を 1.0 t/m 超とすることによってセンターポロシティ発生が少ない鋳片を鋳造することが可能となる。押し付け力が 1.1 t/m 超であればセンターポロシティ発生の感受性が押さえられるのでより好ましい。 1.2 t/m 超であればさらに好ましい。

実施例

図1に示すような双ドラム式連続鋳造機を用いて、本発明を実施した。ドラム1の幅はいずれも1000mm、鋳造板厚はいずれも3mm、鋳造品種はいずれも AISI304鋼（オーステナイト系ステンレス鋼）である。ドラム1の半径Rは、下記実施例2を除いていずれも0.6mとした。プール高さHは下記実施例3を除いていずれも350mmとした。凝固時間tは下記実施例4を除いていずれも0.7秒とした。ドラム半径R、プール高さH、凝固時間tを上記値と異なる値とした場合は、各実施例における表にその値を示している。

以下の実施例1～4ではインライン圧延行わず、実施例5においてインライン圧延有無の比較を行った。インライン圧延を行う場合には、図1に示すインライン圧延機6を用いて圧延を行った。インライン圧延を行う際の圧延機入側での鋳片温度は1220℃であった。インライン圧延におけるインライン圧下率は、「 $(\text{鋳造板厚} - \text{インライン圧延後板厚}) \div \text{鋳造板厚} \times 100$ 」として％で表示した。

鑄造した鑄片は、冷間圧延で板厚を 1.0mmとし、その後冷間加工として50mmφの円筒張出し加工を行った。張出高さ 5 mmの軽加工と、張出高さ30mmの強加工の 2 種類を行った。

Ni負偏析度については、鑄片の幅方向断面の厚み中央部を、厚み方向に 100 μm、幅方向に 1 cmの範囲にわたり X線マイクロアナライザーで測定を行い、レードル値（すなわち溶鋼成分のNi値）に対する当該範囲内におけるNi値の比として算出した。

霜降り状光沢むらについては、冷延鋼板段階、及び冷間加工後（軽加工、強加工ともに）において試料表面の目視観察を行った。この際、霜降り状光沢むらが顕著の場合には判断は明らかであったが、霜降り状光沢むらが軽微で曖昧な場合には、#1000程度の研磨紙で表面を撫でると、微小な凹凸が研磨むらとして浮かび上がり、霜降り状光沢むらの判断が容易に行えた。いずれの場合も斑点状ないし紡錘状の模様が千鳥に配置していたものを霜降り状光沢むらありと判定した。

センターポロシティ面積率については、鑄片 1 m² に占めるセンターポロシティの合計面積の比率（%）を、X線透過撮影に基づいて算出した。

（実施例 1）

表 1 に示すとおり、ドラムの押し付け力 P を 1.0～2.6 t / m の範囲内で変化させ、Ni負偏析度、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無、センターポロシティ面積率の評価を行った。結果を図 3 にも示す。本発明の No. 2 は、押し付け力 P が 1.1 t / m であり、霜降り状光沢むらの発生はなく良好であり、センターポロシティが面積率で 2.5% 発生したが実用上は問題のないレベルであった。本発明例の No. 7、8 は、押し付け力 P が 1.8～2.4 t / m であり、冷間加工において強加工後に霜降り状光沢むらが見られたが、冷延鋼板及び冷間

加工において軽加工後には霜降り状光沢むらの発生は見られず、良好であった。本発明例のNo. 3～6は、押し付け力 P が $1.2 \sim 1.6 \text{ t/m}$ の範囲であり、霜降り状光沢むらの発生はなく、センターポロシティ面積率も 0% と非常に良好な結果を得ることができた。

比較例のNo. 1は押し付け力 P が 1.0 t/m であり、センターポロシティが面積率で 6.3% 発生した。比較例のNo. 9、10は押し付け力 P が $2.5 \sim 2.6 \text{ t/m}$ であり、冷延鋼板、冷間加工後のいずれにおいても霜降り状光沢むらの発生が見られた。

(実施例 2)

表 2 に示すとおり、ドラム半径 R を $0.2 \sim 0.8 \text{ m}$ の範囲で変化させ、それぞれ押し付け力 P を 4 水準変化させ、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無、センターポロシティ面積率と $(\sqrt{R}) \cdot P$ との関係についての評価を行った。結果を図 4 にも示す。図 4 に描かれた曲線は $(\sqrt{R}) \cdot P$ 一定の位置を示す曲線であり、上から $(\sqrt{R}) \cdot P = 2.2$ (上の破線)、 $(\sqrt{R}) \cdot P = 1.2$ (上の実線)、 $(\sqrt{R}) \cdot P = 0.8$ (下の実線)、 $(\sqrt{R}) \cdot P = 0.5$ (下の破線)、を示すものである。

本発明のNo. 12～21は $(\sqrt{R}) \cdot P$ が $0.8 \sim 2.0$ の範囲であり、いずれも良好な結果を得ることができた。本発明の例No. 11は $(\sqrt{R}) \cdot P$ が 0.5 であり、センターポロシティ面積率が 1.4% であったが、実用上は問題のないレベルであった。比較例のNo. 22は、 $(\sqrt{R}) \cdot P$ が 2.3 であり、冷延鋼板、冷間加工後のいずれにおいても霜降り状光沢むらの発生が見られた。

(実施例 3)

表 3 に示すとおり、湯面高さ H を $190 \sim 460 \text{ mm}$ の範囲で変化させ、ドラムの押し付け力 P は 1.5 t/m 一定とし、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無の評価を行った。No. 24～26は、湯面高さ H が良好範

囲である200～450mmの範囲内にあり、霜降り状光沢むらの発生有無は見られなかった。No. 23、27は、湯面高さHが良好範囲からはずれているため、霜降り状光沢むらの発生が見られた。

(実施例4)

表4に示すとおり、凝固時間 t を0.3～1.1秒の範囲で変化させ、ドラムの押し付け力 P は1.5 t / m一定とし、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無の評価を行った。No. 29～33は、凝固時間 t が良好範囲である0.4～1.0秒の範囲内にあり、霜降り状光沢むらの発生は見られなかった。No. 28、34は、凝固時間 t が良好範囲からはずれているため、霜降り状光沢むらの発生が見られた。

(実施例5)

表5に示すとおり、ドラムの押し付け力は1.1 t / m一定とし、インライン圧延の有無及びインライン圧延の圧下率を変化させ、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無、センターポロシティ面積率の評価を行った。No. 35は、インライン圧延を行っていないためにセンターポロシティ面積率が2.5%であった。No. 36は、インライン圧下率8%でインライン圧延を行い、センターポロシティ面積率が8%であった。No. 37は、圧下率10%でインライン圧延を行い、センターポロシティ面積率が0%と良好な結果を得ることができた。霜降り状光沢むらについてはいずれも発生はなく、良好な結果を得ることができた。

表 1

No.	押し付け力 P t / m	Ni負偏析度	霜降り状光沢むら			センター ポロシティ 面積率%	摘要
			冷延鋼板	冷間加工			
				軽加工	強加工		
1	1.0	0.95～0.97	なし	なし	なし	6.3	比較例
2	1.1	0.95～0.97	なし	なし	なし	2.5	本発明例
3	1.2	0.95～0.97	なし	なし	なし	0	本発明例
4	1.3	0.94～0.96	なし	なし	なし	0	本発明例
5	1.5	0.93～0.96	なし	なし	なし	0	本発明例
6	1.6	0.92～0.95	なし	なし	なし	0	本発明例
7	1.8	0.92～0.94	なし	なし	あり	0	本発明例
8	2.4	0.90～0.93	なし	なし	あり	0	本発明例
9	2.5	0.88～0.91	あり	あり	あり	0	比較例
10	2.6	0.87～0.90	あり	あり	あり	0	比較例

表 2

No.	押し付け力 P t / m	ドラム 半径 R m	$\sqrt{R \cdot P}$	霜降り状光沢むら			センター ポロシティ 面積率%	摘要
				冷延鋼板	冷間加工			
						軽加工	強加工	
11	1.1	0.2	0.5	なし	なし	なし	1.4	本発明例
12	1.8	0.2	0.8	なし	なし	なし	0	本発明例
13	2.6	0.2	1.2	なし	なし	あり	0	本発明例
14	1.5	0.4	0.9	なし	なし	なし	0	本発明例
15	1.8	0.4	1.1	なし	なし	なし	0	本発明例
16	2.6	0.4	1.6	なし	なし	あり	0	本発明例
17	1.5	0.6	1.2	なし	なし	なし	0	本発明例
18	1.8	0.6	1.4	なし	なし	あり	0	本発明例
19	2.6	0.6	2.0	なし	なし	あり	0	本発明例
20	1.5	0.8	1.3	なし	なし	あり	0	本発明例
21	1.8	0.8	1.6	なし	なし	あり	0	本発明例
22	2.6	0.8	2.3	あり	あり	あり	0	比較例

表 3

No.	押し付け力 P t / m	ドラム半径 R m	湯面高さ H mm	霜降り状光沢むら		
				冷延鋼板	冷間加工	
					軽加工	強加工
23	1.5	0.6	190	なし	なし	あり
24	1.5	0.6	210	なし	なし	なし
25	1.5	0.6	350	なし	なし	なし
26	1.5	0.6	440	なし	なし	なし
27	1.5	0.6	460	あり	あり	あり

表 4

No.	押し付け力 P t / m	ドラム半径 R m	凝固時間 t 秒	霜降り状光沢むら		
				冷延鋼板	冷間加工	
					軽加工	強加工
28	1.5	0.6	0.3	なし	なし	あり
29	1.5	0.6	0.4	なし	なし	なし
30	1.5	0.6	0.5	なし	なし	なし
31	1.5	0.6	0.7	なし	なし	なし
32	1.5	0.6	0.9	なし	なし	なし
33	1.5	0.6	1.0	なし	なし	なし
34	1.5	0.6	1.1	あり	あり	あり

表 5

No.	押し付け力 P t / m	ドラム 半径 R m	イン ライン 圧下率 %	霜降り状光沢むら			センター ポロシティ 面積率%
				冷延鋼板	冷間加工		
					軽加工	強加工	
35	1.1	0.6	0	なし	なし	なし	2.5
36	1.1	0.6	8	なし	なし	なし	1.1
37	1.1	0.6	10	なし	なし	なし	0

産業上の利用可能性

本発明は、鑄型壁が鑄片と同期して移動する連続鑄造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鑄片を鑄造する方法において、鑄型壁面の押し付け力 P を 1.0 t/m 超、かつ 2.5 t/m 未満の好適範囲に整理することにより、冷延及び冷間加工後の鋼板に見られる斑点状、千鳥配置の霜降り状光沢むらを防止することが可能になる。

請 求 の 範 囲

1. 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、鋳型壁面の鋳片に対する押し付け力 P を 1.0 t/m 超かつ 2.5 t/m 未満とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

2. 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、鋳型壁面の鋳片に対する押し付け力 P を 1.1 t/m 超かつ 1.6 t/m 以下とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

3. 連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径 $R \text{ (m)}$ と鋳型壁面の押し付け力 $P \text{ (t/m)}$ との関係が、 $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.0$ であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

4. 連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径 $R \text{ (m)}$ と鋳型壁面の押し付け力 $P \text{ (t/m)}$ との関係が、 $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$ であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

5. 鋳型壁の間に形成された溶鋼プールのプール高さを 200 mm 以上 450 mm 以下とすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

6. 移動する鋳型壁が溶鋼と接してから両側の凝固シェルを合体させるまでの凝固時間が、 0.4 秒 以上 1.0 秒 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

7. 鋳型から巻き取りに至る間にインライン圧延を施すことを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

8. 請求項1～7の何れかの方法により製造された帯状鋳片であって、鋼中のNi全平均値に対するNi負偏析部でのNi量の比で表されるNi負偏析度が0.90～0.97であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片。

補正書の請求の範囲

補正書の請求の範囲〔2003年8月11日（11.08.03）国際事務局受理：出願当初の請求の範囲3－7は補正された；出願当初の請求の範囲1，2及び8は取り下げられた；他の請求の範囲は変更なし。（2頁）〕

1. （削除）

2. （削除）

3. （補正後） 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径 R (m) と鋳型壁面の押し付け力 P (t/m) との関係が、 $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.0$ であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

4. （補正後） 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯鋳片を鋳造する方法において、連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径 R (m) と鋳型壁面の押し付け力 P (t/m) との関係が、 $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$ であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

5. （補正後） 鋳型壁の間に形成された溶鋼プールのプール高さを200mm以上450mm以下とすることを特徴とする請求項3または4記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

6. （補正後） 移動する鋳型壁が溶鋼と接してから両側の凝固シェルを合体させるまでの凝固時間が、0.4秒以上1.0秒以下であることを特徴とする請求項3乃至5のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

7. (補正後) 鋳型から巻き取りに至る間にインライン圧延を施すことを特徴とする請求項3乃至6のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

8. (削除)

特許協力条約第19条（1）の規定に基づく説明書

差替え用紙に記載した請求の範囲は最初に提出した請求の範囲と以下のように関連する。

（1）請求の範囲第1項、第2項及び第8項を削除する。

（2）請求の範囲第3項、第4項、第5項、第6項及び第7項を補正する。

Fig.1

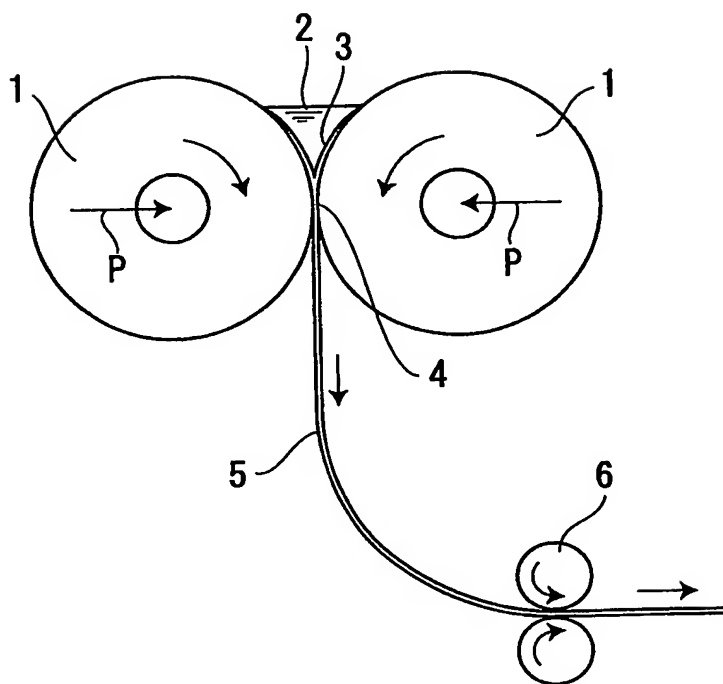


Fig.2

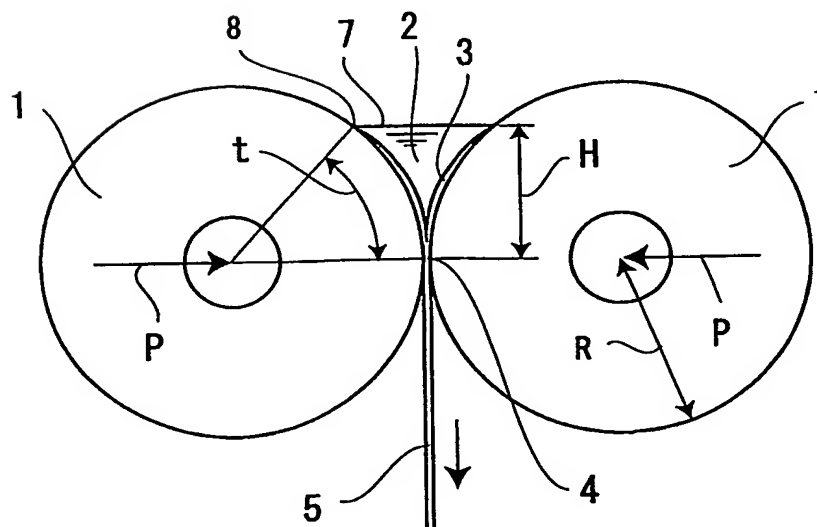


Fig.3

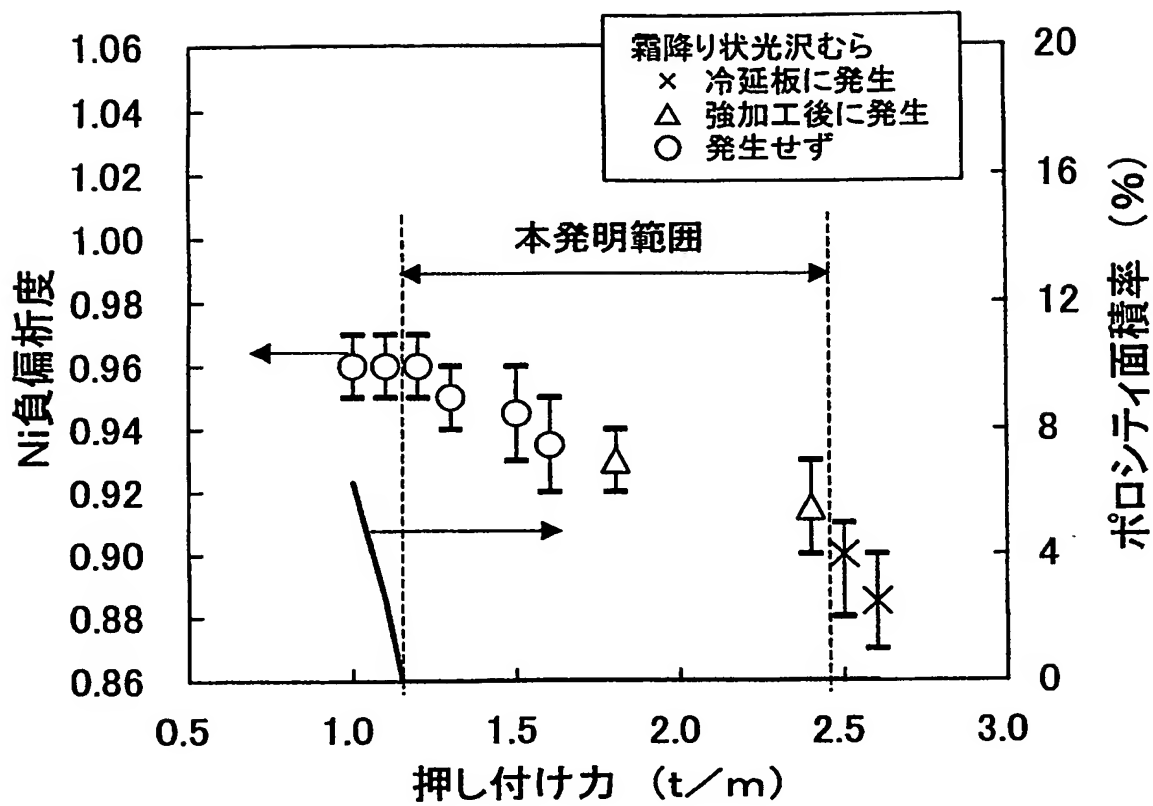


Fig.4

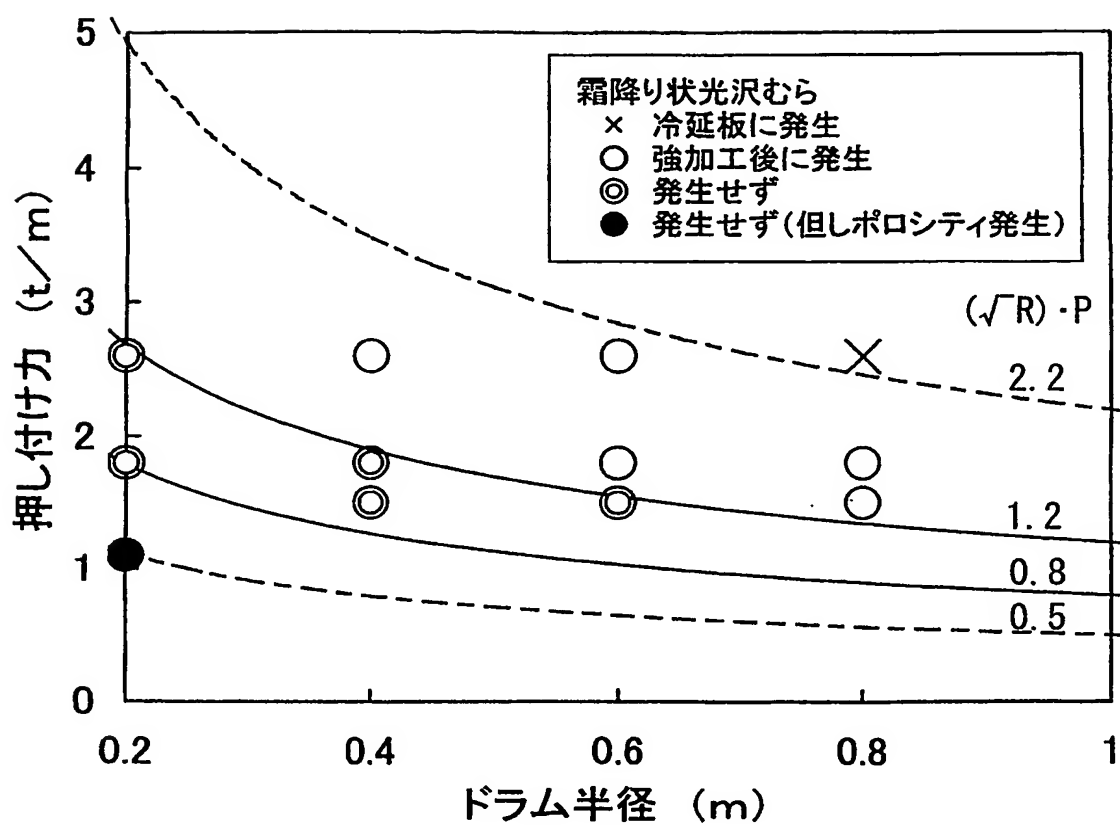


Fig.5(a)

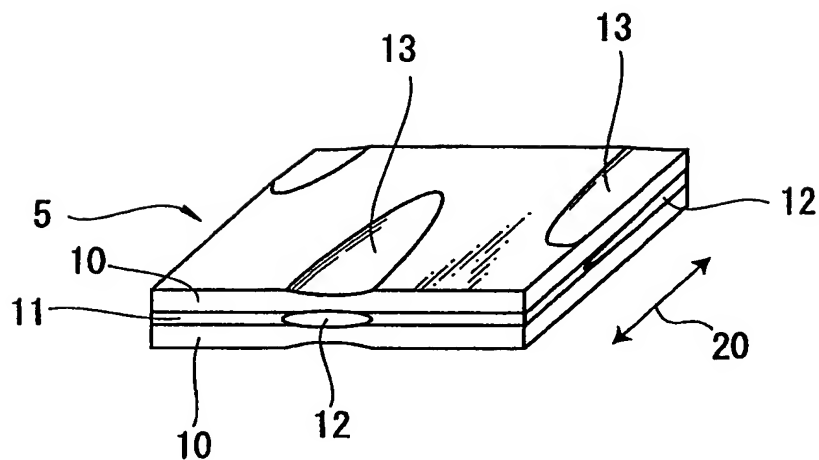
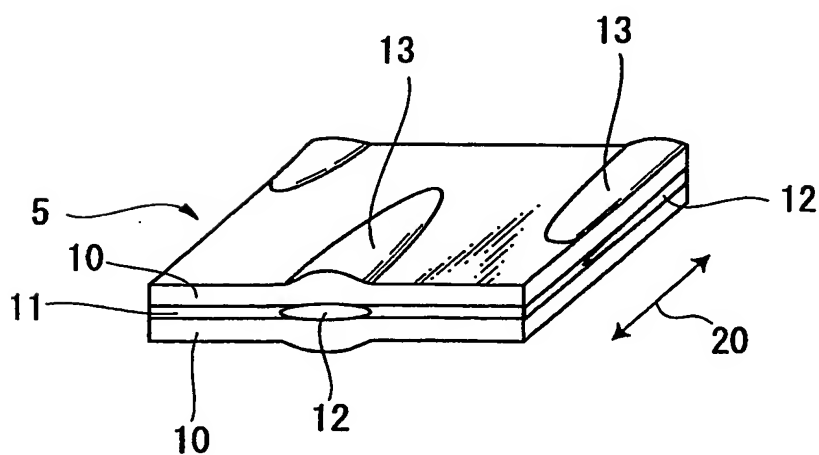


Fig.5(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/JP03/03891

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B22D11/06, B22D11/00, B22D11/12, B22D11/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B22D11/06, B22D11/00, B22D11/12, B22D11/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 8-215797 A (Nippon Steel Corp.), 27 August, 1996 (27.08.96), Fig. 1; Par. Nos. [0001], [0020] to [0022], [0025] to [0027] (Family: none)	1, 2, 7
X	JP 7-227650 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 29 August, 1995 (29.08.95), Par. Nos. [0001], [0022] to [0026] (Family: none)	1, 2
X	JP 2001-335895 A (Nippon Steel Corp.), 04 December, 2001 (04.12.01), Par. Nos. [0001], [0036], [0038] (Family: none)	8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 June, 2003 (04.06.03)

Date of mailing of the international search report
17 June, 2003 (17.06.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B22D11/06, B22D11/00, B22D11/12, B22D11/18

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B22D11/06, B22D11/00, B22D11/12, B22D11/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 8-215797 A(新日本製鐵株式会社), 1996. 08. 27, 第1図, 0001欄, 0020-0022欄, 0025-0027欄(ファミリーなし)	1, 2, 7
X	JP 7-227650 A(日新製鋼株式会社), 1995. 08. 29, 0001欄, 0022-0026欄(ファミリーなし)	1, 2
X	JP 2001-335895 A(新日本製鐵株式会社), 2001. 12. 04, 0001欄, 0036欄, 0038欄(ファミリーなし)	8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 06. 03

国際調査報告の発送日

17.06.2003

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中 澤 登



4 E

8 7 2 7

電話番号 03-3581-1101 内線 6365